

552,681

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. Oktober 2004 (28.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/091842 A1**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B23K 26/18**,  
26/40, C23C 14/58, 16/56

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000732

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. April 2004 (07.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 17 046.4 11. April 2003 (11.04.2003) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **LPKF LASER & ELECTRONICS AG**  
[DE/DE]; Osteriede 7, 30827 Garbsen (DE). **ROCHE**  
**DIAGNOSTICS GMBH** [DE/DE]; Sandhofer Strasse  
116, 68305 Mannheim (DE).

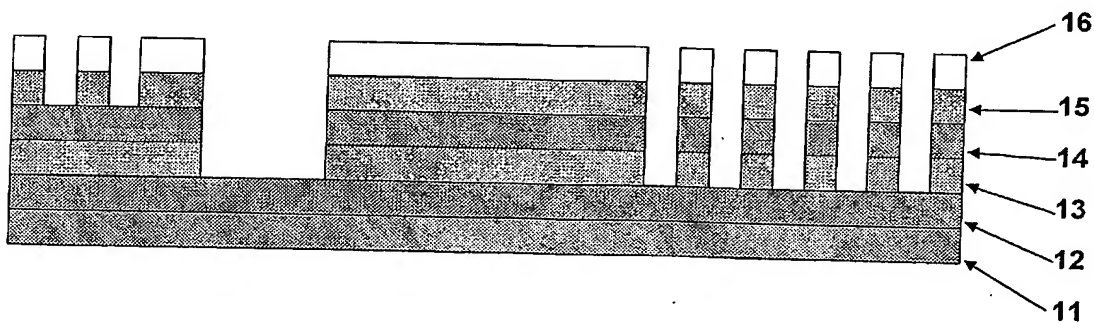
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEIER, Dieter**[DE/DE]; Brunnenstrasse 7, 31542 Bad Nenndorf (DE).  
**SINGH BHULLAR, Raghbir** [—/US]; 6130 Chadsworth  
Way, Indianapolis, IN 46236 (US).(74) Anwalt: **SCHEFFLER, Jörg**; Tergau & Pohl, Adelheid-  
strasse 5, 30171 Hannover (DE).(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MULTIPLE LAYER SYSTEMS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON MEHRSCHICHTSYSTEMEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing multiple layer systems on a non-conductive substrate. According to said method, metallic layers and electrically non-conductive layers are alternately deposited respectively by means of PVD and PECVD and are modified in such a way that at least one layer can be optionally selectively structured. It was thus determined that selective structuring by means of laser energy is only possible by introducing sacrificial layers. In this way, for the first time, a miniaturisation of multiple layer systems can be achieved that is not possible with conventionally constructed multiple layer systems.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen auf einem nicht leitenden Substrat (11), bei dem im Wechsel metallische Schichten (12, 16) mittels PVD-Technik und elektrisch nicht leitende Schichten (14) mittels PECVD-Technik abgeschieden und so modifiziert werden, dass die wahlweise selektive Strukturierung einer oder mehrerer Schichten möglich wird. Dabei wurde festgestellt, dass nur durch Einführung von „Opferschichten“ (13, 15) eine selektive Strukturierung durch Laserenergie möglich ist. Hierdurch wird erstmals eine Miniaturisierung erreicht, die mit konventionell aufgebauten Mehrschichtsystemen nicht realisierbar ist.

WO 2004/091842 A1



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

### Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen, welches in der Praxis beispielsweise eingesetzt werden kann, um Sensoren oder auch photovoltaische Solarzellen herzustellen. Solche Mehrschichtsysteme sind zumeist als ebene Elektrodensysteme ausgeführt, bei denen die Isolation zwischen einzelnen, durch die elektrisch leitfähigen Schichten gebildeten Elektroden, durch die Strukturierungsmethoden und die elektrischen Eigenschaften des Substrates bestimmt werden.

Grundsätzlich sind dabei zwei Grundformen bekannt, die sich durch die Anordnung der leitfähigen Schichten auf dem Substrat unterscheiden. Bei der ersten Grundform sind die leitfähigen Schichten ausschließlich auf einer Seite des Substrates angeordnet. Die Präzision der Leiterzüge und der Abstand zwischen ihnen werden durch die Strukturierungsmethoden bestimmt. Bei der zweiten Grundform sind die leitfähigen Schichten beiderseits des Substrates angeordnet, ihr Abstand und damit die Isolation werden von der Materialstärke des Substrates bestimmt.

Zur Herstellung dünner Schichten aus Metallen, deren Verbindungen und Legierungen ist der Einsatz von PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition) Stand der Technik. Die Vorteile dieser Verfahren bestehen darin, dass die Schichtmaterialien in sehr reinem Zustand zur Schichtbildung kommen (große freie Weglänge des Restgases im HV- bzw. UHV-Bereich bei thermischer Verdampfung bzw. Einsatz von Edelgasen bei Katodenzerstäubung, Vakuumlichtbogen-, Hohlkatoden- und ionengestützten Verfahren) und deshalb unter geeigneten Kondensationsbedingungen und -raten bei geringen Schichtdicken dichte Schichten bilden.

PECVD-Verfahren (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition) beruhen auf der Ionisation und Fragmentierung gasförmiger Monomere im Niederdruckplasma. Die ionisierten Monomere und deren Fragmente können auf geeignet modifizierten Oberflächen fest haftende Schichten bilden, deren molekulare Struktur jedoch im Gegensatz zur klassischen Chemie unregelmäßiger und deutlich dreidimensional ausgerichtet ist. Dieser auch als Plasmapolymerisation bezeichnete Prozess erzeugt Schichten, deren Eigenschaften bei gleichem Monomer u.a. durch Variation von Gasmischung und Plasmaintensität beeinflusst werden können.

Polymere ohne oder mit wenigen polaren Gruppen eignen sich nur bedingt für die Metallisierung. Kann man für die Lackierung oder das Bedrucken atmosphärische Verfahren (Beflammen, Koronaentladung) einsetzen, sind Nebeneffekte dieser Techniken (Aufrauung) für extrem dünne Schichten nicht geeignet. Die Aktivierung von Oberflächen ist eine spezielle Anwendung der Plasmatechnologie, die nach Entfernung latenter Schichten (Plasmareinigung) eingesetzt wird. Aktivierung bedeutet hier eine Modifizierung der Oberfläche, die notwendig wird um bessere Haftungen der Schichten auf dem Substrat sowie untereinander zu erzielen. Für Aktivierungsprozesse mit Niederdruckplasma werden neben Argon typischerweise Sauerstoff, je nach Anwendungsgebiet aber auch Stickstoff oder Ammoniak eingesetzt. Die Dauer von Aktivierungsprozessen beträgt in der Regel nur wenige Sekunden. Nach der Aktivierung sind die Substrate zur Bearbeitung präpariert und werden meist in der gleichen Anlage beschichtet.

Hinsichtlich des praktischen und wissenschaftlichen Einsatzes der insbesondere für die technischen Sensoren bestimmten Mehrschichtsysteme ist die Miniaturisierung von entscheidender Bedeutung, die jedoch mit den konventionellen Verfahren nicht weiter verbessert werden kann.

Neben der durch den Stand der Technik bekannten Herstellung solcher Schichten und Mehrschichtsysteme besteht nun die Notwendigkeit, solche Systeme sowohl einzeln als auch schichtweise zu strukturieren, um die volle Funktion bei der Anwendung zu gewährleisten. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass sich auch hier der Trend der Miniaturisierung weiter fortsetzt und Strukturen  $< 50\mu\text{m}$  interessant werden.

Neben der bekannten fotolithografischen Strukturierung solcher Schichten und Schichtsysteme ist auch die Laserstrukturierung bekannt geworden. So wird in der DE 39 22 478 A1 ein Verfahren beschrieben, die die sehr umweltbelastenden photochemischen Prozesse durch die preisgünstigere Laserstrukturierung ersetzen wollen. So wird erfindungsgemäß auf ein

kupferkaschiertes Polyimidmaterial eine PMMA- Schicht (Polymethylmetacrylat) aufgebracht, die durch einen Excimer Laser strukturiert wird.

Nach dem Laserstrukturieren wird der bekannte Ätzprozess durchgeführt. In der Patentschrift EP 0 287 843 B1 wird ein Verfahren vorgestellt, welches ebenfalls die Herstellung von Strukturen mittels Laserbearbeitung ermöglichen soll. Auf ein herkömmliches Leiterplattenmaterial wird eine Pd-haltige Substanz aufgetragen, die durch den Laser ablatiert wird. Das verbleibende Pd reagiert katalytisch stromlos in einem Cu- Bad, so dass ein Schichtaufbau somit additiv erfolgen kann.

Eine weitere Möglichkeit des Aufbaus von Strukturen unter Anwendung der Lasertechnik wird im Patent EP 0 677 985 B1 gezeigt. So werden durch einen Laser (Excimer) in einem isolierenden Trägerkörper Vertiefungen erzeugt, die durch PVD (Physical Vapour Deposition) metallisch leitfähig gemacht werden und dann nachträglich elektrolytisch verstärkt werden können.

In der DE 199 51 721 A1 wird ebenfalls ein Verfahren beschrieben, bei dem unter Anwendung von Laserenergie dünne metallische Schichten im nm-Bereich ablatiert werden können. Dabei ist die Laserenergie in der Lage, die dünnen metallischen Schichten zu durchdringen und an der Grenzfläche zum polymeren Substratmaterial die ersten Moleküllagen aufzubrechen. Durch die nachfolgende Volumenextension (Übergang vom festen in den dampfförmigen Zustand) wird die darüber liegende dünne Metallschicht abgesprengt und so strukturiert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen zu schaffen, das mittels Kombination präziser abgestimmter Beschichtungs- und Strukturierungsmethoden in der Lage ist, selektiv einzelne Schichten im kompletten Verbund zu strukturieren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche betreffen besonders zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung.

Erfindungsgemäß ist also ein Verfahren entwickelt worden, bei dem auf ein Substrat im Wechsel metallische Schichten mittels PVD-Technik und elektrisch nicht leitende Schichten mittels PECVD-Technik aufgebracht werden, wobei präzise Strukturierung einer oder mehrerer Schichten durch selektives Abtragen erreicht wird, indem eine organische Zwischenschicht (Opferschicht) eingesetzt wird.

Erfindungsgemäß hat sich gezeigt, dass diese selektive Strukturierung nur mittels Laser durchgeführt werden kann. Dabei hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die schematische Anordnung von Schichten durch die Anwendung der Zwischenschicht als Opferschicht mittels Laser in optimaler Weise strukturiert werden können.

5

Dabei wird auf ein beispielsweise polymeres Substratmaterial durch PVD- oder CVD-Prozesse eine Metallschicht, gefolgt von der elektrisch nicht leitenden Schicht als Dielektrikum und einer weiteren Metallschicht, ein Sandwich-Aufbau erzeugt. Für die Funktion ist es nun erforderlich, einzelne Ebenen selektiv zu strukturieren. Das bedeutet, dass die Möglichkeit gegeben ist, von der oberen Metallschicht selektiv auf das Dielektrikum zu gelangen. Weiterhin ist es möglich, von der Metallschicht selektiv auf die Metallschicht zu gelangen.

10

Diese als Opferschicht dienende Zwischenschicht ermöglicht insbesondere den Abtrag einer (beliebigen) Schicht, welche die Laserenergie im Wesentlichen ungehindert durchdringt, mittels eines vergleichsweise geringen Energieeintrages in die darunter liegende Opferschicht. Dadurch gelingt es auch solche Schichten abzutragen, die aufgrund ihrer Materialeigenschaften grundsätzlich ungeeignet für die Laserablation sind, wie dies beispielsweise bei der keramischen Schicht, bestehend aus MgO der Fall ist. Durch die in die Opferschicht eingebrachte Photonenenergie werden chemische Bindungen gelöst und die darüber liegende MgO-Schicht ablatiert.

15

20

Hierdurch können elektronische Multilayer wesentlich verkleinert werden, indem durch die erfindungsgemäße Kombination der an sich bekannten Verfahren einzelne Schichten mit extrem geringen Schichtdicken realisiert werden. Die darin eingebrachte Strukturierung ermöglicht daher beispielsweise die Herstellung technischer Sensoren mit einem wesentlich verkleinerten Abstand zwischen den Elektroden. Hierdurch werden die erforderlichen Probenmengen, die in den Zwischenraum der Elektroden eingebracht werden müssen, um diese aufzufüllen, wesentlich verringert, so dass auch solche Stoffe untersucht werden können, die nur in sehr kleinen Mengen zur Verfügung stehen. Dabei können zudem die Entsorgungskosten der Proben verringert werden, weil die erforderlichen Volumina verringert sind. Die überraschende Erkenntnis der vorliegenden Erfindung ist insbesondere darin zu sehen, dass zur Miniaturisierung im Vergleich zum Stand der Technik Schichten erzeugt werden, die eine geringe Schichtdicke aufweisen. Die Gesamtdicke der Schichtfolge ist im Endeffekt wesentlich geringer als die Gesamtdicke nach dem Stand der Technik bekannter Mehrschichtsysteme. Durch die Modifizierung der einzelnen Beschichtungen wird ein homogener Schichtaufbau erreicht, der die präzise Strukturierung ermöglicht und dadurch die Verkleinerung der inneren und äußeren Abmaße bewirkt.

25

30

35

Dabei erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn das selektive Abtragen mittels Laserenergie durchgeführt wird. Hierdurch lassen sich bisher unerreichte Strukturmaße realisieren, die zudem eine problemlose Anpassung an den jeweiligen Verwendungszweck gestatten. Mittels Laserenergie können in einfacher Weise einzelne oder mehrere Schichten abgetragen und damit eine gewünschte Oberflächenbeschaffenheit, insbesondere Topographie, erzeugt werden. Die Strukturierung lässt sich dadurch mit Hilfe an sich bekannter Methoden mit geringem Aufwand einbringen.

Von besonderer Bedeutung sind dabei für praktische und wissenschaftliche Anwendungszwecke solche Mehrschichtsysteme, bei denen die Schichtdicke der nicht leitenden Schichten 1  $\mu\text{m}$  nicht übersteigt, um so eine bisher unerreichbare Miniaturisierung von technischen Mehrschichtsystemen realisieren zu können, durch die eine Vielzahl neuer Anwendungen ermöglicht werden.

Der Schichtaufbau des Mehrschichtsystems könnte über die Gesamtfläche einheitlich ausgeführt werden. Als besonders praxisrelevant erweist sich hingegen auch eine Abwandlung, bei der die Einzelschichten auch auf bereits strukturierte Schichten aufgebracht werden. Hierdurch ist das Mehrschichtsystem nicht auf einen einheitlichen Schichtaufbau beschränkt, sondern ermöglicht darüber hinaus einen auf spezielle Einsatzzwecke abgestimmten Schichtaufbau mit verschiedenen Schichten in unterschiedlichen Bereichen des Mehrschichtsystems. Die erste metallische Schicht wird hierzu flächig aufgetragen und wahlweise vor dem Auftragen der nicht leitenden Schicht selektiv ablatiert oder bereits selektiv auf das Substrat aufgebracht, um so einen 2- oder 3-Schicht-Aufbau zu realisieren. Die nicht leitende Schicht haftet dabei sowohl auf dem Substrat, als auch auf der ersten metallischen Schicht.

Eine andere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auch dann realisiert, wenn das selektive Abtragen mittels Ionenstrahltechnik oder Elektronenstrahltechnik durchgeführt wird, um so die unterschiedlichen Prozessparameter in optimaler Weise für die Herstellung unterschiedlicher Mehrschichtsysteme zu nutzen. Dabei sind zudem auch Kombinationen der verschiedenen Strahlabtragsverfahren möglich, um so beispielsweise die Ablation oder die Strukturmaße entsprechend optimieren zu können.

Besonders praxisnah ist eine Abwandlung, bei der die Strukturierung durch selektives Abtragen ausschließlich der zweiten metallischen Schicht durchgeführt wird. Hierdurch entsteht eine Strukturierung der äußeren metallischen Schicht, in deren durch den Abtrag eingebrachten Zwischenräumen ein zu untersuchendes Medium eingebracht werden kann. Es

sind dadurch flache Mehrschichtsysteme mit einer hohen Aufnahmekapazität realisierbar, deren Strukturmaße insbesondere an das entsprechende Medium angepasst werden können.

- 5 Bei einer weiteren vorteilhaften Abwandlung, bei der die Strukturierung durch selektives Abtragen der zweiten metallischen Schicht sowie der elektrisch nicht leitenden Schicht durchgeführt wird, entsteht eine Aussparung des Mehrschichtsystems, deren Flanken von der zweiten metallischen Schicht sowie der nicht leitenden Schicht und deren Grund durch die Oberfläche der ersten metallischen Schicht gebildet sind. Durch die als Elektroden ausgeführte
- 10 erste und zweite metallische Schicht kann so in einfacher Weise beispielsweise eine Füllstands- oder Belegungssensorik realisiert werden, die in idealer Weise auch durch eine lediglich auf die zweite metallische Schicht bezogene Messelektrode ergänzt werden kann, um so beispielsweise Messfehler zu vermeiden.
- 15 Weiterhin ist bei einer besonders günstigen Ausführungsform der Erfindung, bei der die Strukturierung durch selektives Abtragen der ersten metallischen Schicht, der elektrisch nicht leitenden Schicht sowie der zweiten metallischen Schicht durchgeführt wird, zusätzlich auch eine Messelektrode realisierbar, deren Grund durch das isolierende Substrat gebildet ist, so dass dabei beispielsweise die Benetzung der Flanken der Aussparung realisierbar ist, um
- 20 weitere spezifische Eigenschaften des zu bestimmenden Mediums bzw. der individuellen Substanz erfassen zu können.
- Ein besonders guter Schichtverbund der Einzelschichten des Mehrschichtsystems wird insbesondere dadurch erreicht, dass vor dem Aufbringen der metallischen Schicht oder der
- 25 elektrisch nicht leitenden Schicht eine Plasmaaktivierung durchgeführt wird. Hierdurch wird auch bei hoher Belastung oder aggressiven Umgebungseinflüssen eine unerwünschte Abspaltung oder Schädigung der Schichten vermieden. Die Plasmaaktivierung ermöglicht so eine optimale Adhäsion der Schichten.
- 30 Das Substrat kann dabei aus einem beliebigen nichtleitenden Material bestehen, wobei jedoch eine Abwandlung, bei der das Substrat aus Polymerfolien besteht, ein flexibles oder formbares Mehrschichtsystem ermöglicht.
- Die Erfindung lässt verschiedene Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres
- 35 Grundprinzips ist eine davon in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Diese zeigt in



Fig.1 eine schematische der Aufbau eines Mehrschichtsystems;

Fig.2 einen schematischen Aufbau eines weiteren Mehrschichtsystems.

5     Figur 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Mehrschichtsystems und dessen Anforderungen an die Strukturierung. Auf ein polymeres Substratmaterial 1 wird durch die genannten PVD- oder CVD- Prozesse eine Metallschicht 2, gefolgt von einer elektrisch nichtleitenden Schicht 3 als Dielektrikum und einer weiteren Metallschicht 4 ein Sandwich- Aufbau erzeugt. Für die Funktion ist es nun gewünscht, einzelne Ebenen selektiv zu strukturieren. Das bedeutet,  
10    dass die Möglichkeit gegeben sein muss, von der Metallschicht 4 selektiv auf das Dielektrikum 3 zu gelangen. Weiterhin ist es realisierbar, von der Metallschicht 4 selektiv auf die Metallschicht 2 zu gelangen. Diese Sandwich- Anordnung kann sich beliebig wiederholen.

Erfindungsgemäß hat sich gezeigt, dass diese selektive Strukturierung in einfacher Weise  
15    mittels Laser durchgeführt werden kann. Dabei hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die in Figur 1 gezeigte schematische Anordnung von Schichten in optimaler Weise durch die Anwendung einer Zwischenschicht als Opferschicht mittels Laser strukturiert werden können.

Dieser Aufbau wird anhand der Figur 2 näher beschrieben. Auf ein polymeres Substrat 11  
20    wird durch an sich bekannte PVD- oder CVD-Verfahren eine metallische Schicht 12 aufgetragen. Es folgt nun eine organisch basierende Zwischenschicht 13 als Opferschicht, gefolgt vom eigentlichen Dielektrikum 14. Es folgt eine weitere organisch basierende Opferschicht 15. Den Abschluss bildet die metallische Schicht 16.

25    Zur Herstellung der Mehrschichtsystemen wird auf das als Polyimidsubstrat ausgeführte Substrat 11 mit einer Schichtstärke von 50µm durch Bedampfung eine Au-Schicht als metallische Schicht 12 von 250nm aufgebracht. Anschließend wird durch PECVD eine teflonartige Schicht ( $C_xF_y$ ) mit einer Schichtstärke von 150nm als Zwischenschicht 13 bzw. Opferschicht darüber gelegt. Es folgt das eigentliche Dielektrikum 14. Diese Schicht hat eine Stärke von  
30    600nm und besteht aus MgO. Über diesen Verbund folgt eine weitere Zwischen- bzw. Opfer- schicht 15. Sie besteht ebenfalls aus  $C_xF_y$ . Es schließt sich eine Au-Schicht als weitere metallische Schicht 16 von 50nm an. Bei einer Laserenergie von 75mJ/cm<sup>2</sup> konnten selektive Ablationen einzelner Schichten mit Strukturbreiten/ Strukturabständen bis 50µm erreicht werden.

35    Anhand derselben Figur 2 wird beispielhaft ein abgewandelter Schichtaufbau dargestellt.

Auf das als Polyimidsubstrat ausgeführte Substrat 11 mit einer Schichtstärke von  $75\mu\text{m}$  wird durch Bedampfung die Au-Schicht als metallische Schicht 12 von  $500\text{nm}$  aufgebracht. Anschließend wird durch PECVD eine teflonartige Schicht  $\text{C}_x\text{F}_y$  mit einer Schichtstärke von  $150\text{nm}$  als Zwischenschicht 13 darüber gelegt. Es folgt das eigentliche Dielektrikum 14. Diese Schicht hat eine Stärke von  $300\text{nm}$  und besteht aus  $\text{SiO}_2$ . Über diesen Verbund folgt eine weitere als Zwischenschicht 15. Sie besteht ebenfalls aus  $\text{C}_x\text{F}_y$ . Es schließt sich eine Au-Schicht von  $50\text{nm}$  weitere metallische Schicht 16 an. Bei einer Laserenergie von  $120\text{mJ}/\text{cm}^2$  konnten selektive Ablationen einzelner Schichten mit Strukturbreiten/ Strukturabständen bis  $20\mu\text{m}$  erreicht werden.

Ebenso ist ein nachstehender Schichtaufbau realisierbar. Auf ein als Polyester ausgeführtes Substrat 11 mit einer Schichtstärke von  $1\mu\text{m}$  wird durch Bedampfung eine Au-Schicht von  $250\text{nm}$  als metallische Schicht 12 aufgebracht. Anschließend wird durch PECVD eine teflonartige Schicht  $\text{C}_x\text{F}_y$  mit einer Schichtstärke von  $200\text{nm}$  als Zwischenschicht 13 darüber gelegt. Es folgt das eigentliche Dielektrikum 14. Diese Schicht hat eine Stärke von  $150\text{nm}$  und besteht aus  $\text{MgF}_2$ . Über diesen Verbund folgt eine weitere Zwischenschicht 15. Sie besteht ebenfalls aus  $\text{C}_x\text{F}_y$ . Es schließt sich eine Au-Schicht als metallische Schicht 16 von  $80\text{nm}$  an. Bei einer Laserenergie von  $90\text{mJ}/\text{cm}^2$  konnten selektive Ablationen einzelner Schichten mit Strukturbreiten/ Strukturabständen bis  $20\mu\text{m}$  erreicht werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen, bei dem auf ein Substrat im Wechsel metallische Schichten mittels PVD-Technik und elektrisch nicht leitende Schichten mittels  
5 PECVD-Technik aufgebracht werden, wobei eine präzise Strukturierung einer oder mehrerer Schichten durch selektives Abtragen erreicht wird, indem eine organische Zwischenschicht (Opferschichten) eingesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass organische Zwischenschich-  
10 ten (Opferschichten) auf Basis teflonartiger Verbindungen  $C_xF_y$  verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass organische Zwischenschich-  
ten (Opferschichten) auf Basis teflonartiger Verbindungen  $C_xF_y$  verwendet werden und mit-  
15 tels PECVD hergestellt werden.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-  
net, dass das selektive Abtragen mittels Laserenergie durchgeführt wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-  
20 net, dass das selektive Abtragen mittels Laserenergie durchgeführt wird und die Laserenergie im Bereich 40-450mJ/cm<sup>2</sup> liegt.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeich-  
25 net, dass die metallischen Schichten als wesentliche Bestandteile Kupfer, Silber, Gold, Pla-  
tin, Palladium, Nickel oder Aluminium aufweisen.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der elektrisch nicht leitenden Schichten 1  $\mu\text{m}$  nicht übersteigt.
- 5 8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelschichten auch auf bereits strukturierte Schichten aufgebracht werden.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Abtragen mittels Ionenstrahltechnik durchgeführt wird.
- 10 10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Abtragen mittels Elektronenstrahl durchgeführt wird.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat aus Polymerwerkstoffen besteht.
- 15

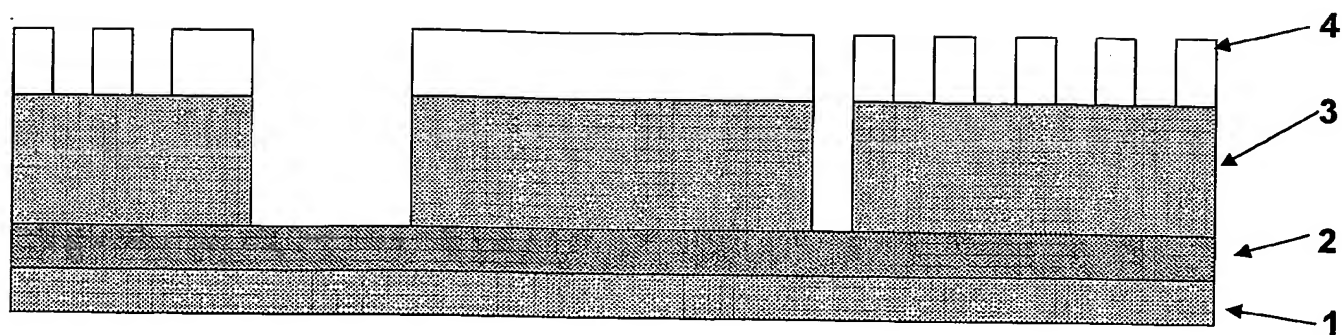


Fig. 1

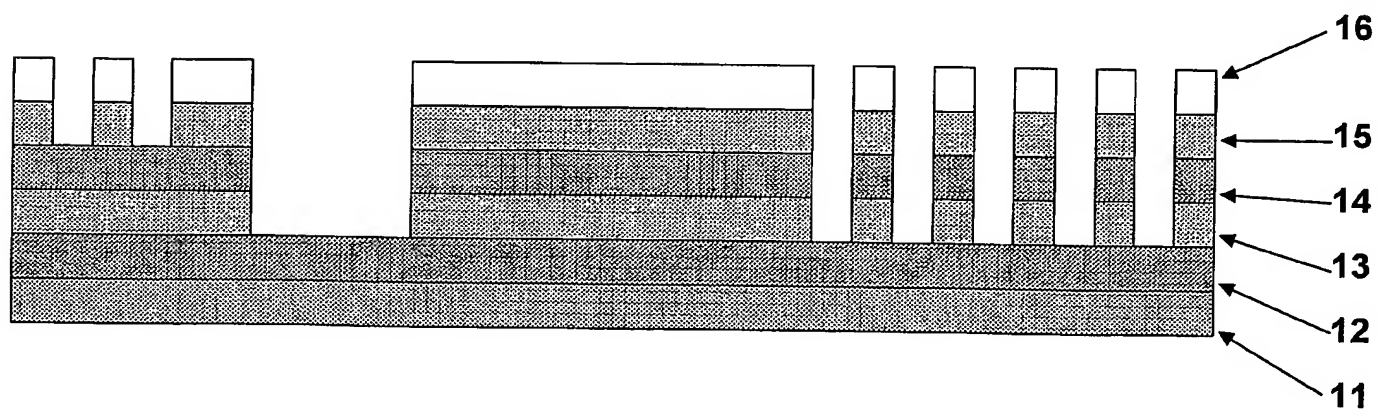


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/000732

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23K26/18 B23K26/40 C23C14/58 C23C16/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 03, 31 March 1999 (1999-03-31) & JP 10 319221 A (RICOH CO LTD), 4 December 1998 (1998-12-04) abstract; figure 9	1-11
A	DE 199 51 721 A (LPKF LASER & ELECTRONICS AG) 15 June 2000 (2000-06-15) cited in the application	
A	DE 100 17 614 A (LASER LAB GOETTINGEN EV) 25 October 2001 (2001-10-25)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 October 2004

Date of mailing of the international search report

12/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Patterson, A

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 10319221	A	04-12-1998	NONE		
DE 19951721	A	15-06-2000	DE	19951721 A1	15-06-2000
DE 10017614	A	25-10-2001	DE	10017614 A1	25-10-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000732

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7    B23K26/18    B23K26/40    C23C14/58    C23C16/56		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7    B23K		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 03, 31. März 1999 (1999-03-31) & JP 10 319221 A (RICOH CO LTD), 4. Dezember 1998 (1998-12-04) Zusammenfassung; Abbildung 9 -----	1-11
A	DE 199 51 721 A (LPKF LASER & ELECTRONICS AG) 15. Juni 2000 (2000-06-15) in der Anmeldung erwähnt -----	
A	DE 100 17 614 A (LASER LAB GOETTINGEN EV) 25. Oktober 2001 (2001-10-25) -----	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie         </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. Oktober 2004		12/10/2004
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Patterson, A



Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 10319221	A	04-12-1998	KEINE		
DE 19951721	A	15-06-2000	DE	19951721 A1	15-06-2000
DE 10017614	A	25-10-2001	DE	10017614 A1	25-10-2001